

Таким чином, скориставшись епюрами, зображеними на рис.2, та визначивши питомий тиск, отримано можливість нормувати розподілення напружень та деформацій зовнішньої поверхні валу вздовж осі. Для випадку найменшого $N = 40 \text{ мкм}$ і найбільшого $N = 121 \text{ мкм}$ натягів рекомендованої ГОСТ 25347-82 посадки $\varnothing 18_{-8}^{+8}/_{-8}$ нормоване розподілення деформацій на зовнішній поверхні валу вздовж осі представлено на рис.3

Висновки

Запропонована методика теоретичного розрахунку зміни геометричної форми валу для посадки з великими натягами, складання яких супроводжується пружно-пластичними деформаціями з'єднаних деталей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ефремов В.В., Наумов В.А., Чурсин А.А. Теория и практические вопросы работоспособности элементов машин, приборов и аппаратуры. – Иркутск: – Изд-во Иркут. ун-та. – 1984. – 220 с.
2. Павленко В.М., Петко І.В., Головка Д.Б. Визначення впливу напружень та деформацій на якість з'єднань із натягом // ВІСНИК КНУТД, – 2007. – №2. – с. 34–40.
3. Лурье А.И. Пространственная задача теории упругости. М.: – ГИТТЛ. –1955.
4. Бидерман В.Л. Расчет симметрично нагруженных цилиндрических деталей. В кн. «Основы современных методов расчета на прочность в машиностроении» под. ред. С.Д. Пономарева. М.: – Машгиз. –1950.
5. Лейбензон Л.С. Вариационные методы решения задач теории упругости. М.:– Л.– Гостехиздат.– 1947.
6. Горский В.Г. Расчет полых цилиндров, находящихся под действием осесимметричных касательных нагрузок. «Расчеты на прочность», сб. 9, М.: Машгиз.– 1963.
7. Прочность, устойчивость колебания. Справочник в трех томах. Т2. Под ред д-ра техн наук И.А. Биргера и чл.-корр АН Латвийской ССР Я.Г. Панновко., изд-во «Машиностроение», М.:1968 г. – 464 с.
8. ГОСТ 25347-82 Поля допусков и рекомендуемые посадки.

Надійшла 11.01.2010

УДК 685.3

МЕТОД ДІАЛОГОВОГО КОРИГУВАННЯ РОЗКРІЙНИХ СХЕМ, ПОБУДОВАНИХ АВТОМАТИЧНО

В.І. ЧУПРИНКА, О.О. ХОМЕНКО, Л.Т. СВИСТУНОВА

Київський національний університет технологій та дизайну

У роботі запропоновано метод діалогового коригування автоматично побудованих розкрійних схем, який заснований на ідеї дроблення відрізків і позбавлений недоліків методів кутів та променя.

Автоматично побудовані розкрійні схеми часто потребують коригування у діалоговому режимі, оскільки не завжди є задовільною щільність укладки деталей, а також можливе не забезпечення їх повної комплектності. Діалоговий режим формування схем розкрою деталей заснований на спільній участі в процесі їх формування оператора і засобів системи автоматизованого проектування (САПР). Оператор виконує творчу частину процесу, а засоби САПР реалізують технічне розв'язання задачі проектування

укладки, забезпечуючи відповідність технологічним вимогам. При додаванні деталі до розкрійної схеми система фіксує деталь у вказаному місці й виконує автоматичний контроль дотримання технологічних вимог розміщення: відсутність перетину зовнішнього контуру деталі з контурами раніше укладених деталей та із границями настилу, дотримання заданих технологічних зазорів. При невиконанні будь-якої з перерахованих вимог система не допускає розміщення деталі у вказаному місці.

Питанням автоматизації перевірки умов неперетину деталей приділялась значна увага у вітчизняних дослідженнях [1-4]. Так, у роботі [1] для визначення взаємного розташування точки й деталі при видаленні останньої був застосований метод променя. При додаванні деталей до розкрійної схеми умова неперетину контурів деталей між собою та зі сторонами матеріалу не контролювалась.

У роботі [2] був використаний метод кутів, але він некоректно працює у випадках, коли точка, розташування якої перевіряють відносно контуру деталі, знаходиться дуже близько до нього.

Використання методу променя для перевірки неперетину деталей між собою та зі сторонами матеріалу описане в роботі [3]. За методом променя вважається, що два многокутники не перетинаються, якщо жодна з вершин 1-го многокутника не розташована всередині 2-го многокутника й навпаки. Але на рис.1 наведено приклад, який ілюструє помишкову роботу алгоритму при такому визначенні.

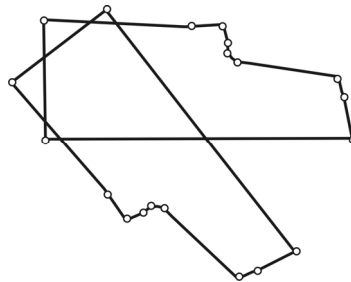


Рис.1. Випадок, для якого невірно працює метод променя

Отже, метод променя має суттєвий недолік. У роботі [4] розроблено метод відрізків, який не має недоліків методів кутів та променя. Проте цей алгоритм поступається у швидкодії методу променя.

Виходячи з наведених вище міркувань є актуальною задача розробки алгоритму, який не матиме недоліків методів кута та променя й матиме високу швидкодію. Питання швидкодії є досить важливим, враховуючи той факт, що при додаванні деталі до розкрійної схеми в діалоговому режимі необхідно перевіряти умови її неперетину одночасно з великою кількістю вже розміщених деталей.

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом дослідження є схеми розкрою на деталі взуття рулонних матеріалів. Методами дослідження є методи обчислювальної математики та аналітичної геометрії.

Постановка завдання

Вхідними даними є автоматично побудовані розкрійні схеми. Необхідно розробити методи і програмне забезпечення для їх діалогового коригування з урахуванням технологічних вимог і обмежень.

Результати та їх обговорення

Нижче наведено короткий опис методу променя для визначення взаємного розташування точки й деталі [5]. Суть методу базується на тому, що якщо проведений із точки довільний промінь перетне контур парну кількість разів, то точка знаходиться за межами деталі, якщо непарну—всередині деталі. Тоді горизонтальний промінь, який починається в точці (X_i, Y_i) і спрямований уліво від неї паралельно

осі OX , має точки перетину зі сторонами апроксимуючого багатокутника $B_{ij}(X_{ij}, Y_{ij})$, які визначаються із системи та обмежень [3] (1):

$$\begin{cases} y = Y_1 \\ x = X_{ij} + \frac{(Y_1 - Y_{ij})(X_{ij+1} - X_{ij})}{(Y_{ij+1} - Y_{ij})}, \end{cases}$$

де

$$\begin{aligned} x &\leq X_1; T_1 \leq x \leq T_2; Q_1 \leq y \leq Q_2; Y_{ij+1} \neq Y_{ij} \\ T_1 &= \min\{X_{ij}, X_{ij+1}\}; Q_1 = \min\{Y_{ij}, Y_{ij+1}\}; \\ T_2 &= \max\{X_{ij}, X_{ij+1}\}; Q_2 = \max\{Y_{ij}, Y_{ij+1}\}; \\ i &= 1..n; j = 1..k_i \end{aligned} \quad (1)$$

При перетині горизонтальним променем контуру деталі можливі наступні особливі випадки (рис.2):

- а) $X_{ij} < X_1, Y_{ij} = Y_1$ та $(Y_{ij-1} - Y_1) \cdot (Y_{ij+1} - Y_1) < 0$;
- б) $X_{ij} < X_1, Y_{ij} = Y_1, Y_{ij+1} = Y_1$ та $(Y_{ij-1} - Y_1) \cdot (Y_{ij+2} - Y_1) > 0$;
- в), г) $X_{ij} < X_1, Y_{ij} = Y_1$ та $(Y_{ij-1} - Y_1) \cdot (Y_{ij+1} - Y_1) > 0$;
- д), е) $X_{ij} < X_1, Y_{ij} = Y_1, Y_{ij+1} = Y_1$ та $(Y_{ij-1} - Y_1) \cdot (Y_{ij+2} - Y_1) < 0$.

У випадках а) та б) вважається, що промінь перетинає дані сторони один раз, у випадках в та е – два рази.

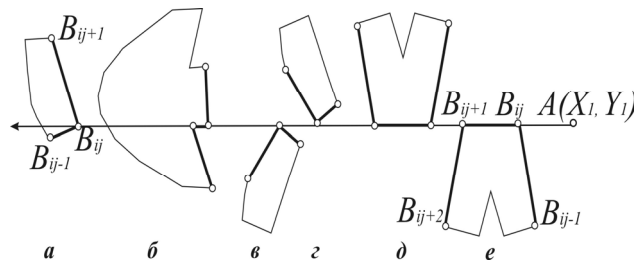


Рис.2. Особливі випадки перетину променем контуру деталі

Для контролю неперетину розміщуваних деталей із зовнішньою границею матеріалу й з іншими деталями та для вилучення заданих деталей із розкрійної схеми запропоновано алгоритм визначення взаємного розташування двох багатокутників, який складається з наступних етапів:

1. Підготовчий етап

Для представлення контурів деталей застосовано спосіб кусково-лінійної апроксимації. Тоді координати вершин апроксимуючого опукло-ввігнутого багатокутника для i -ї деталі будуть представлені масивом: $\{X_{ij}, Y_{ij}\}$, де $i = 1..n$, n – кількість деталей, $j = 1..k_i$ та k_i – кількість вершин апроксимуючого багатокутника для i -ї деталі.

Граничні значення координат вершин апроксимуючого опукло-ввігнутого багатокутника визначаються зі співвідношення (2):

$$\begin{aligned}
X \max_i &= \max\{X_{ij}\} \\
Y \max_i &= \max\{Y_{ij}\} \\
X \min_i &= \min\{X_{ij}\} \\
Y \min_i &= \min\{Y_{ij}\}
\end{aligned} \tag{2}$$

Перетворення координат багатокутників виконуються за формулами (3) таким чином, щоб центр описаного навколо деталі прямокутника перемістився в початок координат $\{0,0\}$:

$$\begin{aligned}
X_{ij} &= X_{ij} - \frac{1}{2}(X \max_i + X \min_i) \\
Y_{ij} &= Y_{ij} - \frac{1}{2}(Y \max_i + Y \min_i)
\end{aligned} \tag{3}$$

де $i = 1..n$, $j = 1..k_i$

Навколо кожної з деталей моделі необхідно описати коло із центром у полюсі деталі (X_i^p, Y_i^p) і радіусом, що дорівнює половині діагоналі прямокутника, описаного навколо деталі $Rd_i = \sqrt{X \max_i^2 + Y \max_i^2}$.

Нехай довжина прямокутника, описаного навколо i -ї деталі W_i , ширина H_i . Найменша довжина сторони серед усіх прямокутників моделі $M_W = \min_{i=1..n}\{W_i\}$, а найменша ширина $M_H = \min_{i=1..n}\{H_i\}$. Тоді мінімальна величина сторони серед усіх деталей становить $Min_Wst = \min_{i=1..n}\{M_W, M_H\}$.

Якщо для j -ї сторони прямокутника, описаного навколо i -ї деталі довжина $Wst_{i,j} > Min_Wst$, де $Wst_{i,j} = \sqrt{(X_{i,j+1} - X_{i,j})^2 + (Y_{i,j+1} - Y_{i,j})^2}$, $i = 1..n$, $j = 1..k_i$, то необхідно виконати її дроблення, тобто розділити сторону на таку кількість відрізків, щоб довжина кожного з них була не більшою за Min_Wst . Процедура дроблення полягає в наступному.

Для дроблення сторони A_1A_2 (див. рис.3), заданої координатами $A_1(X_{i,j}, Y_{i,j})$ і $A_2(X_{i,j+1}, Y_{i,j+1})$, необхідно побудувати вектор $\vec{a} = \{X_{i,j+1} - X_{i,j}, Y_{i,j+1} - Y_{i,j}\}$ довжиною $Wst_{i,j}$ та одиничний вектор $\vec{e}_a = \left\{ \frac{X_{i,j+1} - X_{i,j}}{Wst_{i,j}}, \frac{Y_{i,j+1} - Y_{i,j}}{Wst_{i,j}} \right\}$.

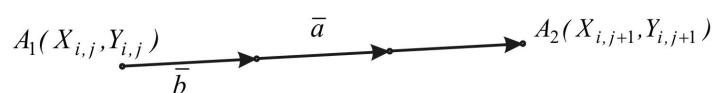


Рис.3. Процедура дроблення відрізка A_1A_2

Додаткова кількість вершин сторони A_1A_2 визначається як $Kd = \lceil Wst_{i,j} / Min_Wst \rceil$. Далі необхідно побудувати вектор \vec{b} з довжиною Wb , яка дорівнює довжині відрізка дроблення

$$Wb = Wst_{i,j}/(Kd + 1), \quad \text{тоді} \quad \bar{b} = \bar{e}_a \cdot Wb = \left\{ \frac{Wb}{Wst_{i,j}} (X_{i,j+1} - X_{i,j}), \frac{Wb}{Wst_{i,j}} (Y_{i,j+1} - Y_{i,j}) \right\}. \quad \text{Координати}$$

додаткових вершин визначаються зі співвідношення (4):

$$\begin{aligned} X'_{im} &= X_{ij} - \bar{b} \cdot m = X_{ij} - \frac{Wb}{Wst_{ij}} \cdot (X_{i,j+1} - X_{i,j}) \cdot m \\ Y'_{im} &= Y_{ij} - \bar{b} \cdot m = Y_{ij} - \frac{Wb}{Wst_{ij}} \cdot (Y_{i,j+1} - Y_{i,j}) \cdot m, \quad m \in [1, Kd] \end{aligned} \quad (4)$$

Одержані дані записуються у масив образів деталей моделі з додатковими вершинами і параметрами кіл, описаних навколо деталей. Образ деталі буде використано для перевірки умов неперетину при її додаванні до розкрійної схеми, а після визначення положення деталі на схемі образ буде замінено на вихідну деталь.

2. Для визначення чи перетинаються два многокутники необхідно зробити наступне:

2.1 Визначити чи перетинаються кола, що описані навколо деталей. Необхідною умовою перетину многокутників є перетин описаних навколо них кіл, а достатньою умовою неперетину многокутників є неперетин описаних навколо них кіл, див. рис.4.

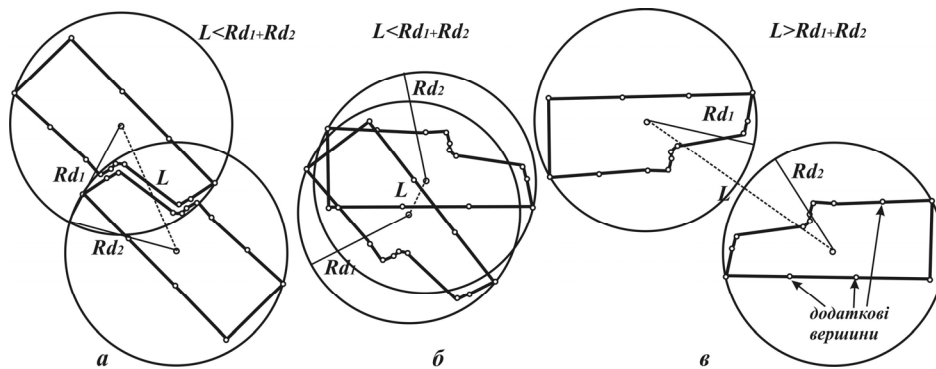


Рис.4. Можливі варіанти взаємного розташування многокутників і описаних навколо них кіл

Вибір саме кіл, а не прямокутників, як у роботах [1-4], обґрунтовано тим, що для перевірки перетину кіл необхідно виконати менше операцій, ніж для перевірки перетину прямокутників. Кола перетинаються, якщо відстань між їх центрами менша за суму їх радіусів, тобто $L < Rd_1 + Rd_2$. Якщо кола перетинаються, перейти до кроку 2.2 для виконання додаткової більш точної перевірки, інакше прийняти, що деталі не перетинаються.

2.2 Перевірити, чи перетинаються прямокутники, описані навколо деталей для яких перетинаються кола. Прямокутники P_1 та P_2 можна визначити наступним чином (5)[3]:

$$\begin{cases} x_1 \in [X \min_1, X \max_1] \\ y_1 \in [Y \min_1, Y \max_1] \end{cases} \text{ та } \begin{cases} x_2 \in [X \min_2, X \max_2] \\ y_2 \in [Y \min_2, Y \max_2] \end{cases} \quad (5)$$

Тоді нехай $X \min_{12} = \max(X \min_1, X \min_2)$, $Y \min_{12} = \max(Y \min_1, Y \min_2)$, $X \max_{12} = \min(X \max_1, X \max_2)$, $Y \max_{12} = \min(Y \max_1, Y \max_2)$. Якщо $X \min_{12} < X \max_{12}$ та

$Y_{min12} < Y_{max12}$, то прямокутники P_1 та P_2 перетинаються, перейти до кроку 2.3 для перевірки взаємного розташування деталей, інакше деталі не перетинаються.

2.3 Застосувати метод променя для визначення взаємного розташування деталей, для яких перетинаються кола чи прямокутники, описані навколо них.

Ця задача зводиться до задачі визначення взаємного розташування многокутника й точки. Метод променя, описаний вище, дозволить коректно обробити випадок, наведений на рис.1, оскільки алгоритм працює з образами деталей, які пройшли процедуру дроблення сторін. Тобто вершини многокутника розташовані на такій відстані одна від одної, що хоча б одна з них гарантовано потрапить у зону перетину (див. рис.4., б).

Висновки

Було досліджено існуючі методи перевірки взаємного розташування деталей між собою та з границями матеріалу. На основі їх кращих ідей було розроблено новий метод діалогового коригування розкрійних схем, який не має недоліків попередніх методів і характеризується високою швидкістю. Запропонований метод може бути використаний у тих галузях промисловості, де необхідно виконувати контроль дій користувача при укладанні геометричних об'єктів на площині.

ЛІТЕРАТУРА

1. Платонова О.О. Проектування комбінованих схем розкрою рулонних матеріалів на деталі взуття: Автореф. дис. к-та техн. наук. – К.: 2003. – 24 с.
2. Омельченко П.В. Розробка систем автоматизованого проектування конструкцій і технології дрібних шкіргалантерейних виробів : автореф. дис. к-та техн. наук. – к.: 2005. – 20 с.
3. Чупринка В.І., Колиско О.З. Інтерактивне коригування розкрійних схем, що побудовані в автоматичному режимі. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – №1, ч1. – с. 76–79.
4. Чупринка В.І., Чебанюк О.В. Алгоритм інтерактивної побудови та коригування схем розкрою. Вісник Київського національного університету технологій та дизайну 2007. – №1. – с. 31–35.
5. Майкл Ласло. Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++ . М: Бином, 1997.

Надійшла 11.01.2010

УДК 685.3

ІНТЕРАКТИВНА ПОБУДОВА ТА КОРИГУВАННЯ СХЕМ РОЗКРОЮ ДЕТАЛЕЙ ВЗУТТЯ ІЗ НАТУРАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

М.М. ШКОДЕНКО, В.І. ЧУПРИНКА, В.П. КОНОВАЛ

Київський національний університет технологій та дизайну

У роботі запропоновано математичну модель задачі інтерактивного проектування та коригування раціональних схем розкрою шкіри з врахуванням комплектності

Задача побудови розкрійних схем натуральних матеріалів на деталі взуття є найбільш складною серед задач укладки, через неоднорідність фізико-механічних властивостей шкіри, необхідність врахування різних топографічних ділянок у відповідності до їх призначення, а також наявність пороків на шкірі.